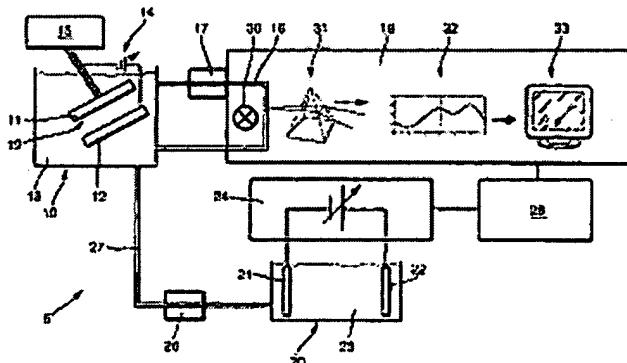


**Device for galvanically depositing magnetic metallic alloys comprises a process cell containing a cathode, anode and electrolyte, a spectral photometer****Patent number:** DE10042002**Publication date:** 2002-03-14**Inventor:** GLOCK ARMIN (DE); HACKENBERG JUERGEN (DE)**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)**Classification:**- **International:** C25D21/12; C25D17/10- **european:** C25D17/10; C25D21/12**Application number:** DE20001042002 20000826**Priority number(s):** DE20001042002 20000826**Report a data error here****Abstract of DE10042002**

Device for galvanically depositing a metal or metal alloy comprises: (a) a process cell (10) containing a substrate connected as cathode (11) and an anode (12) connected to the cathode via an electrolyte (13) which contains ions of a chemical element to be deposited; (b) a spectral photometer (18) for determining the actual value of the ion concentration of the chemical element in the electrolyte; and (c) a solution cell (20) and a direct current source (24) to adjust the ion concentration in the electrolyte. Preferred Features: The spectral photometer is connected to the solution cell and direct current source via a regulating device (28). The anode is made of nickel, tin, zinc, copper, silver, cobalt or iron. The electrolyte contains ions of nickel, iron, tin, zinc, gold, silver, palladium, copper, chromium or cobalt.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

EV 320 244 858 US



P-112314 A001

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 100 42 002 A 1

(51) Int. Cl. 7:

C 25 D 21/12

C 25 D 17/10

## (71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

## (72) Erfinder:

Glock, Armin, 73660 Urbach, DE; Hackenberg, Juergen, Dr., 74343 Sachsenheim, DE

## (56) Entgegenhaltungen:

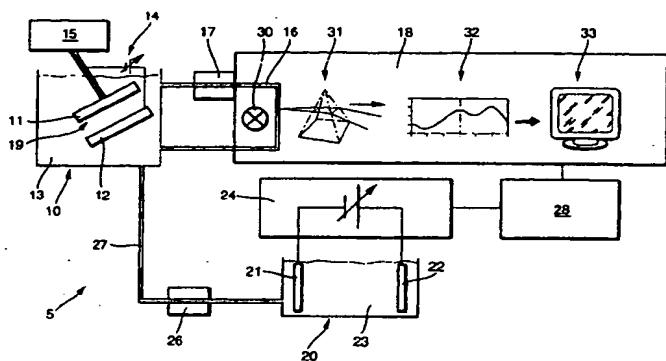
JP 11-0 08 121 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## (54) Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung eines Werkstoffes und deren Verwendung

(57) Es wird eine Vorrichtung (5) zur galvanischen Abscheidung eines Werkstoffes, insbesondere eines Metalls oder einer Metalllegierung, vorgeschlagen, die mindestens eine Prozesszelle (10) mit einem zu beschichtenden, als erste Kathode (11) geschalteten Substrat (19) und mindestens eine mit dem Substrat (19) über einen Elektrolyten (13) in Verbindung stehende erste Anode (12) aufweist. Der Elektrolyt (13) enthält dabei galvanisch auf dem Substrat (19) abzuscheidende Ionen mindestens eines chemischen Elementes. Weiter ist ein erstes Mittel (18) zur stichpunktartigen oder kontinuierlichen photometrischen Bestimmung des Istwertes der Konzentration der Ionen in dem Elektrolyten (13) vorgesehen, und ein zweites Mittel (20, 24), mit dem die Konzentration der Ionen in dem Elektrolyten (13) stichpunktartig oder kontinuierlich auf einen vorgegebenen Sollwert einstellbar ist. Die vorgeschlagene galvanische Abscheidevorrichtung (5) eignet sich besonders zur stöchiometrisch hochpräzisen Abscheidung von metallischen Legierungen.



DE 100 42 002 A 1

DE 100 42 002 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung eines Werkstoffes nach der Gattung des Hauptanspruches, sowie deren Verwendung zur Abscheidung von metallischen Legierungen.

## Stand der Technik

[0002] Bei der galvanischen Metallabscheidung werden Metallionen aus einer wässrigen Lösung bzw. einem Elektrolyten durch Anlegen eines elektrischen Stromes entladen, und auf einem Substrat abgeschieden bzw. kristallisiert. Insbesondere können auf diese Weise auch binäre oder höhere Legierungen von Metallen auf dem Substrat abgeschieden werden.

[0003] Bei einer galvanischen Abscheidung von Legierungen werden die Eigenschaften der erhaltenen Beschichtung auf dem Substrat bzw. des erhaltenen Werkstoffes in entscheidendem Maße durch die Legierungszusammensetzung bestimmt. Dies gilt in besonderem Maße für magnetische und mechanische Eigenschaften der Legierungen wie beispielsweise deren Härte und erzeugte innere Spannungen. Insbesondere reagieren magnetische Legierungen wie beispielsweise Nickel-Kobalt-Legierungen oder insbesondere Nickel-Eisen-Legierungen hinsichtlich ihrer magnetischen Eigenschaften sehr empfindlich auf Abweichungen in der Zusammensetzung, so dass selbst geringste Änderungen des Eisen-Anteils in Nickel-Eisen-Legierungen erhebliche Auswirkungen auf die Koerzivität und die Magnetostriktion haben.

[0004] Zur galvanischen Abscheidung von Metalllegierungen ist aus dem Stand der Technik bekannt, Einstoffanoden einzusetzen, wobei der bei der Abscheidung verbrauchte Legierungspartner durch Analyse des Elektrolyten kontrolliert, und als dem Elektrolyten zugesetztes Salz gegebenenfalls von Zeit zu Zeit nachdosiert wird. Die Analyse erfolgt dabei üblicherweise nasschemisch mit Hilfe einer Titration. Ein wesentlicher Nachteil dieser Vorgehensweise ist die fortschreitende Aufsalzung des Elektrolyten durch einen Überschuss korrespondierender Metallionen der verwendeten Anode und des Anions des nachdosierten Salzes.

[0005] Weiter ist bei der galvanischen Abscheidung von metallischen Legierungen bereits bekannt, zwei Stromkreise mit je einer löslichen Anode aus dem Metall der Legierungspartner einzusetzen. Der Strom wird dabei zwischen den Anoden entsprechend dem Verhältnis der erwünschten Legierungsabscheidung aufgeteilt. Diese Vorgehensweise hat den Nachteil, dass durch die Anordnung beispielsweise zweier Anoden in der Prozesszelle Blenden erforderlich sind, was zu Ungleichmäßigkeiten der abgeschiedenen Schicht auf dem Substrat führt, so dass diese Anordnung in der Regel nur für einfache Bauteilgeometrien anwendbar ist, bei denen keine Selektivbeschichtung oder hohe Präzision gefordert wird. Zudem ist das Verhältnis der Auflösung der beiden Anoden üblicherweise nicht identisch mit dem Verhältnis der kathodischen Abscheidung der beiden Metallionenspezies, so dass es auch dadurch zu zeitlichen Änderungen der Elektrolytzusammensetzung kommt.

[0006] Eine dritte Möglichkeit zur Abscheidung von Legierungen ist der Einsatz von Legierungsanoden mit einer der gewünschten Zusammensetzung entsprechenden Zusammensetzung. Derartige Legierungsanoden sind jedoch nur sehr begrenzt verfügbar, und zudem tritt auch in diesem Fall das bereits erläuterte Problem der unterschiedlichen Auflösung bzw. Abscheidung der Legierungsbestandteile an Anode bzw. auf dem als Kathode geschalteten Substrat auf.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war die Ent-

wicklung einer Vorrichtung mit der insbesondere Metalllegierungen mit hoher Präzision hinsichtlich der Zusammensetzung der abgeschiedenen Beschichtung weitgehend unabhängig von der Geometrie des Substrates abgeschieden werden können. Weiter war es Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zu entwickeln, die weitgehend automatisiert in der Serienfertigung einsetzbar ist.

## Vorteile der Erfindung

[0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung eines Werkstoffes hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass damit eine hochpräzise, in der Serienfertigung einsetzbare, weitgehend automatisierte Konzentrationsregelung von Metallionen in dem Elektrolyten der Prozesszelle für eine galvanische Metallabscheidung ermöglicht wird.

[0009] Durch die photometrische Bestimmung des Istwertes der Konzentration der Ionen in dem Elektrolyten mit einem ersten Mittel und die Einstellung der Konzentration der Ionen auf einen vorgegebenen Sollwert mit Hilfe eines zweiten Mittels können weiter auftretende Abweichungen der Ionenkonzentration in dem Elektrolyten in sehr engen Toleranzen gehalten werden. Zudem können auch zeitliche Änderungen der Elektrolytzusammensetzung deutlich verminder werden, da einerseits keine Salzzugabe zu dem Elektrolyten erforderlich ist, was ansonsten unerwünschte Langzeiteffekte hervorruft, und andererseits die vorgeschlagene Vorrichtung kontinuierlich und nahezu trägeheitsfrei arbeitet.

[0010] Weiter ist die erfindungsgemäße Vorrichtung sehr vielseitig hinsichtlich der Prozesszellengeometrie und der Geometrie bzw. der Oberflächenbeschaffenheit des zu beschichtenden Substrates, und sie ist gegenüber automatisierten Vorrichtungen mit nachgeschalteter nasschemischer Analytik zur Kontrolle der Elektrolytzusammensetzung der Prozesszelle deutlich kostengünstiger.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen.

[0012] So ist besonders vorteilhaft, wenn das erste Mittel zur photometrischen Bestimmung des Istwertes der Konzentration der Ionen mindestens eines chemischen Elementes in dem Elektrolyten mit dem zweiten Mittel zur Einstellung der Konzentration dieser Ionen in dem Elektrolyten auf einen vorgegebenen Sollwert in Form eines geschlossenen Regalkreises ausgeführt ist. Auf diese Weise ergibt sich eine nahezu trägeheitsfreie Konzentrationsregelung der Metallionen in dem Elektrolyten in der Prozesszelle, wobei zeitbestimmend nur die Durchmischung der in Lösung gegangenen Ionen in dem Elektrolytvolumen in der Prozesszelle ist. Weiter ist vorteilhaft, dass durch das eingesetzte Durchflussspektralphotometer ein kontinuierlicher "in-line"-Betrieb möglich ist, d. h. die Regelung der Konzentration der Ionen in dem Elektrolyten der Prozesszelle erfolgt kontinuierlich.

[0013] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass eine Lösungszelle mit mehreren Prozesszellen in Verbindung steht, so dass eine zentrale Lösungszelle als Elektrolytaufbereitungszelle zur Verfügung steht, mit der mehrere angeschlossene Prozesszellen versorgt werden können, und über die die Elektrolytzusammensetzung in diesen Prozesszellen zentral geregelt werden kann.

[0014] Im Übrigen eignet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung für alle Elektrolytsysteme, deren Metallionen photometrisch detektierbar sind. Dies gilt insbesondere für Nickelionen, Kobaltionen und Eisenionen.

## Zeichnungen

[0015] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Figur zeigt eine Prinzipskizze einer galvanischen Abscheidevorrichtung.

## Ausführungsbeispiele

[0016] Die Funktionsweise und die Einzelheiten der galvanischen Abscheidevorrichtung 5 gemäß der Figur werden am Beispiel der Abscheidung einer Nickel-Kobalt-Legierung auf einem metallischen Substrat erläutert. Dazu enthält der Elektrolyt zunächst in bekannter Weise beispielsweise Nickelsulfat und Kobaltsulfat, so dass in dem Elektrolyten die entsprechenden Metallionen vorliegen. Die typischen Konzentration von Nickelionen und Kobaltionen in dem Elektrolyten liegen dabei bei 70 g/l  $\text{Ni}^{2+}$ -Ionen und 5 g/l  $\text{Co}^{2+}$ -Ionen.

[0017] Die Abscheidung einer Nickel-Kobalt-Legierung in einem Elektrolytensystem mit Nickel-Ionen und Kobalt-Ionen unterliegt einer sogenannten "anormalen, abweichenden Co-Abscheidung", was in der Praxis bedeutet, dass Kobalt, obwohl es unedler ist als Nickel, deutlich bevorzugt elektrolytisch auf dem Substrat abgeschieden wird. In der Praxis führen also schon geringe Änderungen der Kobalt-Konzentration in einer Elektrolytlösung zu einer erheblichen Änderung der Legierungszusammensetzung und damit auch der Eigenschaften dieser Legierung. Insofern ist im Fall der Abscheidung einer Nickel-Kobalt-Legierung eine hochpräzise Konzentrationsregelung der Metallionen in der Elektrolytlösung innerhalb eines sehr engen Bereiches erforderlich.

[0018] Im Einzelnen zeigt die Figur eine Prozesszelle 10 mit einer darin enthaltenen Elektrolytlösung bzw. einem Elektrolyten 13. In den Elektrolyten 13 der Prozesszelle 10 ist weiter ein als erste Kathode 11 geschaltetes Substrat 19 eingetaucht, das mit einer ebenfalls in dem Elektrolyten 13 befindlichen ersten Anode 12 über den Elektrolyten 13 elektrisch leitend in Verbindung steht. Weiter ist zwischen erster Anode 12 und erster Kathode 11 eine regelbare Gleichstromquelle 14 vorgesehen, die diesen einen elektrischen Strom durch den Elektrolyten 13 aufprägt. Das Substrat 19 ist im erläuterten Beispiel weiter mit einer Kontrolleinheit 15 verbunden, die beispielsweise das Substrat 19 in den Elektrolyten 13 eintaucht und/oder das Substrat 19 in dem Elektrolyten 13 bewegt.

[0019] In dem Elektrolyten 13 befinden sich weiter  $\text{Co}^{2+}$ -Ionen und  $\text{Ni}^{2+}$ -Ionen, wobei die erste Anode 12 aus Nickel besteht, und die  $\text{Co}^{2+}$ -Ionen dem Elektrolyten 13 durch ein entsprechendes Kobaltsalz zugesetzt worden sind. Weiter ist zunächst wichtig, dass die Konzentration der Kobalt-Ionen in dem Elektrolyten 13 genau bekannt, und auf einen vorgegebenen Sollwert eingestellt ist.

[0020] Die Auflösung der ersten Anode 12 aus Nickel erfolgt über den durch die Stromquelle 14 aufgeprägten elektrischen Strom zwischen erster Anode 12 und erster Kathode 11. Über diesen Strom wird somit insbesondere die Konzentration der Nickel-Ionen in dem Elektrolyten 13 eingestellt.

[0021] Da bei der Abscheidung der gewünschten Nickel-Kobalt-Legierung auf der Oberfläche des Substrates 19 dem Elektrolyten 13 in der Prozesszelle 10 ständig Kobalt-Ionen entzogen werden, während von der ersten Anode 12 lediglich Nickel-Ionen nachgeliefert werden, ist es erforderlich, dass diese Kobalt-Ionen dem Elektrolyten 13 in der Prozesszelle 10 ständig zugeführt werden. Dazu ist vorgesehen, dass die Prozesszelle 10 mit einer Bypass-Leitung 16 in Verbindung steht, die ebenfalls den Elektrolyten 13 führt, und

die mit einer Umwälzeinrichtung 17 versehen ist. Die Umwälzeinrichtung 17 dient dem kontinuierlichen Umwälzen des Elektrolyten 13 durch die Bypass-Leitung 16 und ist beispielsweise eine Pumpe. Die Bypass-Leitung 16 führt weiter in ein Spektralphotometer 18, das im erläuterten Beispiel als Durchflussspektralphotometer ausgeführt ist.

[0022] Dieses Spektralphotometer 18 weist eine Lichtquelle 30, eine Spektralzerlegungseinrichtung 31, eine Einrichtung 32 zur wellenlängenselektiven Bestimmung der Extinktion des von der Lichtquelle 30 in dem in der Bypass-Leitung 16 geführten Elektrolyten 13 absorbieren Lichtes und eine Auswerteeinheit 33 auf. Derartige Durchflussspektralphotometer 18 sind an sich bekannt und kommerziell erhältlich.

[0023] Bei Betrieb der Abscheidevorrichtung 5 durchstrahlt nun das von der Lichtquelle 30 emittierte Licht die Bypass-Leitung 16, die den Elektrolyten 13 führt, wobei durch die in dem Elektrolyten 13 enthaltenen Kobalt-Ionen eine wellenlängenselektive Extinktion auftritt. Danach wird das derart in seiner spektralen Zusammensetzung modifizierte Licht der Lichtquelle 30 mit Hilfe der Spektralzerlegungseinrichtung 31, die beispielsweise ein Prisma ist, spektral zerlegt, und in der Einrichtung 32 wellenlängenselektiv die Extinktion der Kobalt-Ionen bestimmt. Die Auswerteeinheit 33 ordnet dann dieser Extinktion eine Konzentration der Kobalt-Ionen in dem Elektrolyten 13 zu, wozu in der Auswerteeinheit 33 eine entsprechende Extinktions-Konzentrations-Kurve hinterlegt ist.

[0024] Das Spektralphotometer 18 steht weiter mit einer Regeleinrichtung 28 in Verbindung, die wiederum mit einer regelbaren Gleichstromquelle 24 verbunden ist. Die Regeleinrichtung 28, die zweckmäßiger Weise mit einem Computer oder einem Mikroprozessor versehen ist, ordnet dann der in dem Spektralphotometer 18 ermittelten Konzentration der Kobalt-Ionen in dem Elektrolyten 13 einen der regelbaren Gleichstromquelle 24 aufzuprägenden Gleichstrom zu. Dazu ist in der Regeleinrichtung 28 eine abscheidespezifische Konzentrations-Strom-Kurve oder eine entsprechende Konzentrations-Strom-Tabelle abgespeichert.

[0025] Insgesamt ermittelt somit das Spektralphotometer 18 den Istwert der Konzentration der Kobalt-Ionen in dem Elektrolyten 13, während die Regeleinrichtung 28 aus dieser Ist-Konzentration einen Sollwert für den der regelbaren Gleichstromquelle 24 aufzuprägenden Gleichstrom bestimmt, und derart die Gleichstromquelle 24 auf diesen Gleichstrom eingestellt. Die regelbare Gleichstromquelle 24 steht dann weiter mit einer zweiten Kathode 21 und einer zweiten Anode 22 elektrisch leitend in Verbindung, die sich in einer galvanischen Lösungszelle 20 befinden und in einen Elektrolyten 23 eintauchen, so dass durch den Elektrolyten 23 zwischen der zweiten Kathode 21 und der zweiten Anode 22 der von der regelbaren Gleichstromquelle aufgeprägte Gleichstrom durch die Lösungszelle 20 fließt.

[0026] Im erläuterten Beispiel ist die zweite Anode 22 eine Kobalt-Anode, so dass es dort zur Erzeugung von  $\text{Co}^{2+}$ -Ionen kommt, die sich in dem Elektrolyten 23 lösen. Die zweite Kathode 21 ist im erläuterten Beispiel eine Stahl-Kathode. Der Elektrolyt 23 ist weiter, abgesehen von den zugesetzten  $\text{Co}^{2+}$ -Ionen, bevorzugt gleich dem Elektrolyten 13.

[0027] Die Lösungszelle 20 hat in Verbindung mit der regelbaren Gleichstromquelle 24 die Aufgabe, in dem Elektrolyten 23 eine genau definierte Konzentration von Kobalt-Ionen zu erzeugen.

[0028] Um den Regelkreis zwischen Prozesszelle 20, Spektralphotometer 18, Regeleinrichtung 28, regelbarer Gleichstromquelle 24 und Lösungszelle 20 zu schließen, ist schließlich vorgesehen, dass die Lösungszelle 20 und die Prozesszelle 10 über eine Verbindungsleitung 27 in Verbin-

dung stehen, die den Elektrolyten 13 bzw. den Elektrolyten 23 führt. Diese Verbindungsleitung 27 weist bevorzugt ebenfalls eine Pump- oder Umlötzinrichtung 26 auf, die dem Austausch der Elektrolyten 13, 23 zwischen Prozesszelle 10 und Lösungszelle 20 dient. Insbesondere können dabei, abweichend von der Figur, auch mehrere Verbindungsleitungen 27 vorgesehen sein. Weiter ist die Verbindungsleitung 27 bevorzugt in Form einer Hinterleitung und in einer Rückleitung ausgeführt, so dass ein Elektrolytaustausch zwischen Prozesszelle 10 und Lösungszelle 20 in Form eines Kreislaufes gewährleistet ist.

[0029] Insgesamt gelingt es mit Hilfe der galvanischen Abscheidevorrichtung 5 in Form eines vollautomatischen, geschlossenen Regelkreises die Konzentration der  $\text{Co}^{2+}$ -Ionen in der Prozesszelle 10 mit einem Fehler von weniger als  $\pm 0,05 \text{ g/l}$  einzustellen. Analog ist mit Hilfe des Spektralphotometers 18 der Istwert der Konzentration der Co-Ionen in der Prozesszelle 10 ebenfalls mit einem Fehler von weniger als  $\pm 0,5 \text{ g/l}$ , insbesondere weniger als  $\pm 0,05 \text{ g/l}$ , bestimmbar.

[0030] Im Übrigen ist offensichtlich, dass die vorgeschlagene galvanische Abscheidevorrichtung 5 mit vollautomatisierter Regelung sowohl eine kontinuierliche als auch eine stichpunktartige Regelung der Elektrolytzusammensetzung in der Prozesszelle 10 leisten kann.

[0031] Im Rahmen des erläuterten Ausführungsbeispiels wurde insgesamt auf dem Substrat 19 eine hinsichtlich ihrer Stöchiometrie genau definierte Kobalt-Nickel-Legierung abgeschieden, ohne dass dabei relevante zeitliche Schwankungen der Zusammensetzung des Elektrolyten 13 hinsichtlich der darin enthaltenen Metallionen beobachtet wurden.

[0032] Schließlich sei betont, dass mit der erläuterten Vorrichtung 5 ein Vielzahl von insbesondere Metallegierungen mit hoher Präzision galvanisch abscheidbar sind. So eignet sich als erste Anode 12 in der Prozesszelle 10 neben einer Nickelanode, auch eine Kupferanode, eine Zinnanode, eine Zinkanode, eine Silberanode, eine Kobaltanode oder eine Eisenanode, oder eine Anode, die mindestens eines dieser Metalle enthält. Entsprechend ist es auch möglich, einen Elektrolyten 13 zu verwenden, der Ionen eines dieser Metalle und/oder eines weiteren Metalls, beispielsweise Nickelionen, Eisenionen, Zinnionen, Zinkionen, Kupferionen, Goldionen, Silberionen, Palladiumionen, Chromionen oder Kobaltionen, enthält.

[0033] Das erläuterte Beispiel lässt sich zudem ohne Schwierigkeit auch zur Abscheidung höherer Legierungen einsetzen, indem beispielsweise mehrere Durchflussspektralphotometer 18 und/oder mehrere galvanische Lösungszellen 20 vorgesehen sind.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung eines Werkstoffes, insbesondere eines Metalls oder einer Metallegierung, mit mindestens einer Prozesszelle mit mindestens einem zu beschichtenden, als erste Kathode geschalteten Substrat und mindestens einer mit dem Substrat über einen Elektrolyten in Verbindung stehenden ersten Anode, wobei der Elektrolyt auf dem Substrat galvanisch abzuscheidende Ionen mindestens eines chemischen Elementes enthält, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein erstes Mittel (18) zur photometrischen Bestimmung des Istwertes der Konzentration der Ionen mindestens eines chemischen Elementes in dem Elektrolyten (13) vorgesehen ist, und dass weiter mindestens ein zweites Mittel (20, 24) vorgesehen ist, mit dem die Konzentration dieser Ionen in dem Elektrolyten (13) auf einen vorgegebenen Soll-

wert einstellbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mittel ein Durchflussspektralphotometer (18) ist, das mit der Prozesszelle (10) über mindestens eine den Elektrolyten (13) führende Bypass-Leitung (16) in Verbindung steht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem ersten Mittel (18) aus einer gemessenen Extinktion elektromagnetischer Strahlung elementselektiv die Konzentration der Ionen in dem Elektrolyten (13) kontinuierlich oder stichpunktartig bestimbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Mittel (20, 24) eine galvanische Lösungszelle (20) mit einer über den Elektrolyten (23) mit einer zweiten Kathode (21) in Verbindung stehenden zweiten Anode (22) aufweist, wobei über einen zwischen der zweiten Anode (22) und der zweiten Kathode (21) aufprägbaren elektrischen Strom die Konzentration der Ionen in der Lösungszelle (20) auf den vorgegebenen Sollwert einstellbar ist, und wobei die Lösungszelle (20) mit der oder den Prozesszellen (10) über jeweils mindestens eine den Elektrolyten (13, 23) führende Leitung (27) verbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Anode (22) das chemische Element der Ionen enthält oder aus diesem Element besteht.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mittel (18) mit dem zweiten Mittel (20, 25) über eine Regeleinrichtung (28) verbunden ist, mit der kontinuierlich oder stichpunktartig der gemessene Istwert der Ionenkonzentration in dem Elektrolyten (13) mit einem zu geordneten zu erreichen Sollwert der Ionenkonzentration vergleichbar, und mit der über das zweite Mittel (20, 24) kontinuierlich oder stichpunktartig die Konzentration der Ionen in dem Elektrolyten (23) in der Prozesszelle (20) auf den Sollwert regelbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (28) einen Computer oder einen Mikroprozessor aufweist, und dass das zweite Mittel (20, 24) eine regelbare Stromquelle, insbesondere Gleichstromquelle (24) aufweist, mit der über die Regeleinrichtung (28) der Lösungszelle (20) aufprägbare elektrische Strom einstellbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Anode (12) in der Prozesszelle (10) ein erstes Metall, insbesondere Nickel, Zinn, Zink, Kupfer, Silber, Kobalt oder Eisen, enthält oder daraus besteht.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrolyt (13) Ionen des ersten Metalls und/oder eines weiteren Metalls, insbesondere Nickelionen, Eisenionen, Zinnionen, Zinkionen, Goldionen, Silberionen, Palladiumionen, Kupferionen, Chromionen oder Kobaltionen, enthält.

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Sollwert der Konzentration der Ionen des chemischen Elementes in der Prozesszelle (10) mit einem Fehler von weniger als  $\pm 0,5 \text{ g/l}$ , insbesondere weniger als  $\pm 0,05 \text{ g/l}$ , einstellbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrich-

richtung (28) oder das erste Mittel (18) dem Istwert der Konzentration der Ionen in dem Elektrolyten (13) einen Sollwert für den der Lösungszelle (20) aufzuprägenden elektrischen Strom zuordnet.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Zuordnung des Istwertes der Konzentration der Ionen in dem Elektrolyten (13) zu dem Sollwert des aufzuprägenden Stromes in der Lösungszelle (20) in der Regeleinrichtung (28) und/oder dem ersten Mittel (18) eine abschließendespezifische Konzentrations-Strom-Kurve oder Konzentrations-Strom-Tabelle abgespeichert ist. 5

13. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie in Form eines geschlossenen Regelkreis vollautomatisch betreibbar ist. 15

14. Verwendung der Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche zur Abscheidung von metallischen Legierungen, insbesondere von magnetischen metallischen Legierungen. 20

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

